

# 지역기관을 활용한 중·고등학교 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 및 적용

최진수·김영민<sup>†</sup>·이영주  
한국과학기술원 과학영재교육연구원 연구원

## A Study on Development and Application of STEAM Program for Middle and High School Students using Local Institution(KAIST)

Choi, Jinsu·Kim, Young-Min<sup>†</sup>·Lee, Young-Ju  
Researcher, Global Institute For Talented Education, Korea Advanced Institute of Science Technology

### ABSTRACT

With the 4th Industrial Revolution, educational change is required to cultivate the ability to adapt in the rapidly changing future. Accordingly, the importance of nurturing convergent talents to create new values using the humanities imagination, science and technology creativity, and engineering problem solving ability has emerged. The purpose of this study is to develop STEAM education program with Daedeok R&D Zone and KAIST resources for middle school and high school level. With this program, we investigated the effectiveness of STEAM education on creative problem solving ability, self-efficacy and the perception of STEAM education with pre-test and post-test model. For this study, 91 students(46 middle school, 45 high school) participated in STEAM education program. As a result student participated in the STEAM program improved the creative problem-solving ability and students' interest in math and science. Also, students perceived STEAM program provided benefits of science-related career information. The suggestions were discussed based on the results.

**Keywords:** STEAM, Convergence education, R&D, KAIST, Educational effect, Learning material

## 1. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 필요성

4차 산업혁명이 도래함에 따라 급변하는 미래를 선도할 수 있는 인재를 양성하기 위해서는 교육의 변화가 요구된다. 이에 인문학적 상상력, 과학기술 창조력, 공학적 문제해결 능력 등 다양한 지식을 융합하여 새로운 가치를 창출하는 융합인재 양성의 중요성이 대두되면서, 국가적으로는 융합인재교육(STEAM)을 강화하기 위한 2022년까지의 STEAM 교육 중장기 발전계획과 창의융합형 인재양성을 교육 목표로 하는 2015 개정 교육과정을 발표하는 등의 노력을 하고 있다.

OECD가 주관하는 대표적 역량기반 평가인 국제학업성취도 비교평가(PISA) 결과에 의하면 우리나라는 과학성취도 수준은

높은 데 비해 자기효능감은 국제 평균과 비교하여 낮은 것으로 나타났으며, 전 세계적 이슈나 지역적, 국가적 문제상황에서 맥락적으로 문제를 해결하는 능력에 관한 검사에서는 정답률이 2015년부터 2018년까지 지속적으로 낮게 나타났다. 더욱이 2021년부터 미래사회 시민 역량으로 협력적 문제해결력과 글로벌 역량, 그리고 창의적 사고력이 추가적으로 평가할 계획으로 나타나(한국교육과정평가원, 2019), 미래사회를 주도할 인재상은 다양한 지식을 융합하고 새로운 가치를 창출하여 문제를 해결할 수 있어야 한다.

우리나라는 2011년 STEAM 교육이 도입된 이후 초·중·고등학교에 STEAM 프로그램을 개발하여 학교 현장에 보급하고, 교육과정에 구체적인 STEAM 교육내용을 명시하며, STEAM 연구 시범 학교와 교사연구회 등을 통해 STEAM 교육을 체계적으로 지원하고 있다(한국과학창의재단, 2012). 교사들의 자발적인 참여와 교육청의 지원이 뒷받침되어 STEAM 교육 활성화에 노력하고 있지만 대부분 초등학교에서 이루어지고 있으며, 중·고등학교급에서의 STEAM 교육 실행은 각각 27.4%, 17.5%에 그쳤다(박현주 외, 2016). 선행연구에서도 알 수 있

Received May 12, 2020; Revised September 9, 2020

Accepted September 22, 2020

<sup>†</sup> Corresponding Author: entedu@kaist.ac.kr

©2020 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

듯이 STEAM 교육관련 연구는 프로그램 개발이나 교육 효과성에 집중되어 있으나, 초등 학교급의 연구가 대다수이고, 특정 교과 중심이며, 다양한 공학분야의 첨단과학기술을 활용한 연구나 STEAM 교육 프로그램은 매우 부족하다.

실제로 많은 교사들이 공학적 설계를 다른 교과목의 교육과정과 연계하여 STEAM 교육 프로그램을 구안하고 전략을 모색하는 데 어려움을 겪고 있다(안재홍 외, 2013). 이는 공학분야 및 STEAM 교육에 대한 교사와 학생들의 인식이 부족하기 때문인 것으로 보인다(김중승 외, 2012; 정진규 외, 2014). 또한, 학교 안의 과학교육이 학교 밖 과학과의 괴리로 학생들로부터 외면당하는 실정에서 첨단과학기술분야의 이슈 및 전문성을 반영한 새로운 패러다임의 공학교육 프로그램이 필요할 것이다(최예경 외, 2015).

첨단과학기술분야와 융합한 STEAM 교육의 중요성을 강조하고 양적, 질적으로 프로그램의 개발과 확산에 범국가적으로 노력하는 현시점에서 지역에 있는 첨단과학기술 연구기관들의 우수한 물적, 인적 자원을 활용한 STEAM 교육 프로그램은 매우 의미가 있다. 특히, 첨단과학기술분야 전문가들의 공학교육 참여와 관심을 독려할 수 있는 계기가 필요하다. 이를 위해서는 지역의 자원을 활용하여 첨단과학기술분야를 기반으로 한 STEAM 교육 프로그램의 개발 및 확산, 그리고 교육적 효과에 관해 논의할 필요가 있다.

## 2. 연구의 목적과 내용

본 연구에서는 과학기술특성화대학인 한국과학기술원(KAIST)을 활용한 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발하고자 한다. 또한, 중학교와 고등학교 과학과 교육과정 중 STEAM 프로그램 연계성이 낮은 단원과 주제를 선정하여, STEAM 교육의 활용범위를 넓히고, 프로그램 개발 아이디어를 제안하고자 한다. 중학생과 고등학생의 각각 주제별 총 4차시에 해당하는 교수학습 자료를 개발하여 보급함으로써 대전지역의 특색에 맞는 STEAM 프로그램을 공유하고자 하며, 구체적인 예시자료와 교사용 수업자료, 학생용 교재를 함께 제공하여 특성화된 교육 프로그램을 수학, 과학 외에도 다양한 교과 담당교사와 여러 지역에서 응용할 수 있도록 확산시키고자 하였다.

이와 같이 지역의 우수한 과학기술연구 기관의 인적, 물적 자원을 활용한 교육을 통해 융합인재교육(STEAM) 프로그램의 교육적 효과를 증대시킬 수 있으며, 각 분야 전문가의 교육에 대한 관심과 참여를 촉진시킴으로써 공학교육의 인적재원을 마련하고 상호 간 교육협력을 통해 시너지 효과를 창출하고자 한다. 또한, 지역기관을 활용한 첨단과학기술 중심의 융합인재교육 프로그램을 개발하여 보급함으로써 교육대상 학생들

에게 미래 공학분야 진로에 대한 인식을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

이 연구는 지역기관을 활용한 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발하고, 대전지역 STEAM교육 선도학교 중 중·고등학교 각 1개교를 선정하여 총 50명을 대상으로 시범교육을 실시하였다. 개발에 활용한 수업설계 모형은 실행과 평가 단계가 포함된 PDIE 모형이며 준비(Preparation), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)의 4단계로 구성되어 있고(김진수, 2011), 시범적용 결과를 토대로 수업설계 내용을 평가하여, 그 결과를 수정 및 보완하여 최종 프로그램을 대전 지역 중·고등학생 총 100명에게 2회에 걸쳐 적용하고 결과를 분석하였다. 프로그램에 참여하는 학생들은 대전광역시교육청의 협조를 통해 대전지역 내에서도 평소에 STEAM 교육의 기회가 다소 적을 수 있는 소외지역 학교의 학생들을 대상으로 추천받아 구성하였다.

융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발하는 데는 융합인재교육(STEAM)과 연구경험이 풍부하여 STEAM 심화과정 연수에 멘토로 참여경험이 많은 교사 2명(중등학교 교사, 고등학교 교사 각 1명)이 개발진으로 참여하고, 지역기관에 대한 이해도가 높은 대전지역 내 STEAM 교육 선도학교의 담당교사 5명의 검토와 자문을 받았다. 또한, 프로그램의 전문분야에 대한 이론을 감수하는 데는 지역기관인 KAIST의 공학분야 교수 2명, 해당 연구실의 석·박사과정 연구원 5명이 참여하였다.

### 2. 조사 도구

프로그램 적용 후 조사 도구는 기획과 연구를 담당할 3인의 관련분야 연구원이 선행연구(명현주, 2014; 이은아, 2018; 조석희, 2001)의 조사도구를 연구의 목적에 맞춰 선택 및 수정하여 활용하였다.

최종 개발된 설문 문항은 Table 1과 같이 응답자 특성과 관련된 문항 4개, STEAM 교육에 대한 인식 10개와 프로그램에 대한 만족도를 묻는 17개 문항으로 구성하였다.

또한, 적용 후 교육효과성을 살펴보기 위해 창의적 문제해결력과 자기효능감에 관한 문항 각각 20개, 24개 문항으로 구성하였고, 각 문항의 특성에 따라 Likert 5점 척도와 선택형 문항을 사용하였다.

Table 1 Investigation tools

구분	내용	비고
특성	응답자 일반 특성	선택형
인식	STEAM 교육에 대한 인식	
		프로그램 만족도
효과	창의적 문제해결능력	
		자기효능감

### 3. 연구 절차

자료 수집은 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램에 참여한 학생들이 집합한 뒤, 설문내용을 충분히 설명한 뒤에 집단설문으로 실시하였고, 사전설문이 끝난 뒤 첨단과학분야 연구기관에 방문하였다. 연구기관 체험 및 STEAM 프로그램 교육과 실습이 모두 끝난 뒤 사후설문조사를 실시하였다.

Table 2 Research procedure

구분	내용
기획	프로그램 개발 및 자문위원단 구성 프로그램 개발체계 구축 및 운영방안 수립 (공학분야 전문가 교수 2인, 연구원 5인, 개발위원 및 교육분야 전문가 교사 7인)
	↓
프로그램 개발	STEAM 프로그램 설계, 우수사례 분석 및 첨단과학기술분야 주제 선정
	STEAM 요소 구성, 차시 구성, 지도안 개발, 교육과정 연계성 검토
시범적용(1회) 수정 및 보완	시범 적용 대상학교 선정 및 학생 선발 (9월 28일: 중학생 25명, 고등학생 25명)
	자문위원단, 멘토(조교) 개선사항 검토 및 수정
본적용(2회) 최종 프로그램	학교별 2~10명 추천·선발 (11월 2일, 23일: 중학생 25명, 고등학생 25명)
	수업적용 결과 확인 및 분석 최종 STEAM 프로그램 개발

본 연구의 절차는 Table 2와 같다. 2019년 6월부터 책임기관 간 실무협의회를 개최하여 연구진, 개발진 및 자문위원단을 구성하였고, 7월 전문가협의회를 시작으로 3개월간 프로그램 초안을 개발하였다. 9월에는 대전지역 내 STEAM 교육 선도 학교 2곳을 선정하여 시범 운영을 1회 실시하였고, 그 결과를

바탕으로 보완된 프로그램을 11월에 2회 적용하였다.

프로그램 적용 사전-사후 설문지는 11월에 적용한 최종 프로그램 교육에 참여한 중·고등학생 100명을 대상으로 투입하였고, 그중 사전설문 96부를 회수(회수율 96.0%), 사후설문 98부를 회수(98.0%)하였으며, 불성실하거나 사전 및 사후설문 중 누락된 설문지를 제외하고 총 91부를 분석에 활용하였다.

조사에 참여한 응답자의 일반 특성은 Table 3과 같다. 총 91명의 학생 중에서 중학교 학생은 46명(50.5%), 고등학생은 45명(49.5%)이었다. 참여한 학생들은 대부분 공학계열을 전공하고 싶어 하였으며(중학교-43.5%, 고등학교-46.7%), 다음으로 자연계열(19.8%), 의학계열(17.6%), 인문사회 및 예술계열(17.6%)로 나타났다. 희망하는 직업으로는 국공립연구소(20.9%), 공무원(19.8%)이 높게 나타났으며, 의학 및 예술을 포함한 기타 진로(27.5%)가 가장 높은 것으로 응답하였다.

Table 3 Respondent's Characteristics

구분	구분	중학교		고등학교	
		빈도(명)	비율(%)	빈도(명)	비율(%)
성별	남	27	58.7	23	51.1
	여	19	41.3	22	48.9
희망 전공	자연계열	6	13.0	12	26.7
	공학계열	20	43.5	21	46.7
	의학계열	8	17.4	8	17.8
희망 진로	인문-예술계열	12	26.1	4	8.9
	대학교수	3	6.5	1	2.2
	대기업	3	6.5	8	17.8
	연구소	7	15.2	12	26.7
	창업	3	6.5	8	6.7
	공무원	11	23.9	7	15.6
	해외기업	2	4.3	2	4.4
중소기업	2	4.3	2	4.4	
기타	15	32.6	10	22.2	

자료 분석에는 IBM SPSS Statistics 22.0 for Windows 프로그램을 활용하였으며, 평균, 빈도, 비율의 기술통계와 대응표본 t-검증 및 교차분석을 실시하였고, 유의수준은 5%로 설정하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램

STEAM 교육은 기술에서의 MST(Mathematics, Science, Technology) 교육에 공학(Engineering)을 포함한 통합적 접

근의 교육방향(고영욱, 2014)으로 STEM 교육으로 시작되어, 이후 Art(Fine, Liberal, Language, Physical, Practical arts)의 분야가 포함된 것이다(김진수, 2012).

한국과학창의재단(2012)에서는 융합인재교육(STEAM)을 과학, 기술, 공학, 예술, 수학의 융합으로 학문의 경계를 넘나들 수 있는 융합인재를 양성하기 위해 학생들이 능동적으로 참여하여 흥미를 갖고 스스로 문제를 정의하고 해결할 수 있는 능력을 길러주고자 하였다. STEAM 프로그램의 기본요소로는 STEAM의 목적, 개념, 학습준거를, 평가가 적절히 반영되어야 하며, 학생의 흥미를 증진하고 실생활과 연계되고 융합적 소양을 증진할 수 있는 STEAM 개념이 포함되어야 한다(한국과학창의재단, 2017).



Fig. 1 STEAM Model

STEAM 수업 구성 모형은 Fig. 1과 같이 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험으로 구성되어 있으며, 학생이 문제해결에 필요성을 느낄 수 있는 상황을 제시하고, 스스로 문제를 해결해나갈 수 있도록 단계적 설계과정을 제시해야한다. 또한, 문제해결 과정에서 지속적인 도전정신을 체험할 수 있도록 감성적 체험활동이 포함되어야 한다. 이를 통해 학생들은 새로운 문제에 다시 도전하고, 스스로 해결방법을 찾는 데 성공할 수 있다는 희망을 학습을 통해 경험하고 습득하게 된다.

선행연구에 따르면 2015 개정 교육과정을 기준으로 중학교 과학과 교육과정 중에서 생명과학 관련 단원이 STEAM 프로그램과 연계한 결과가 13.6%로 가장 낮았으며, 고등학교 과학과 교육과정 중에서는 화학 과목이 5.1%로 STEAM 프로그램으로 연계되는 경우가 가장 낮은 것으로 나타났다(박현주, 2016). 본 프로그램은 각각 STEAM 프로그램 연계성이 낮은 단원을 선정하여 개발 및 적용함으로써 학교 현장에서 연계 정도가 낮은 교과목들의 STEAM 교육 적용 활성화뿐만 아니라 학교에서는 접할 수 없는 새로운 주제를 제안하여 STEAM 프로그램의 적용 분야를 넓히고자 하였다. 이에 한국과학창의재단(2017)의 STEAM 학습준거를 기반으로 중학생, 고등학생 각각 서로 다른 주제를 선정하였으며, KAIST 과학영재교육연수원의 STEAM 교육 개발과 연수 프로그램 운영에 참여한 교사와 지역기관(KAIST)의 공학분야 전문가를 섭외하여 공동 개발하였다.

중학교 STEAM 프로그램은 3학년 교육과정 중 ‘4단원 자극과 반응’을 바이오 및 뇌공학 분야와 연계한 “인간중심 인공지능”, 고등학생 STEAM 프로그램은 고등학교 화학I 교육과정의 ‘화학결합과 분자의 세계단위’과 신소재공학분야와 연계하여 “역사를 바꾼 탄소형제의 정체”를 각각 4차시로 구성하였다. 처음 1차시에서 해당 주제에 대한 호기심과 문제해결의 필요성을 느낄 수 있도록 상황을 제시하였고, 차시가 진행될수록 동일한 주제로 점차 도전적인 과제를 제시하여 마지막 4차시에는 감성적 체험의 활동 중심으로 구성하였다. 뿐만 아니라 개별 차시 안에서도 상황제시-창의적 설계-감성적 체험활동의 요소가 포함될 수 있도록 세분화하여 구성하였다.

수업 구성은 Table 4와 같다. 오전 9:30~12:30(3시간)에는 지역기관인 KAIST 내에 첨단과학기술분야 LAB을 방문하여 해당 전문가로부터 전공분야 특강을 듣고, 간단한 이론수업과 함께 실험, 실습을 실시한다. 중학교 프로그램의 경우에는 KAIST의 바이오 및 뇌공학과(인지신경영상 연구실)에 방문하여 뇌의 구조와 기능을 이해하고, 뇌파장치 실습과 쥐의 뇌 절편을 제작하여 현미경 관찰하는 실습이 진행되었다. 고등학교 프로그램은 신소재공학과(연성나노소재 연구실)에서 다양한 재료와 현미경, 그래핀 3차원 구조체를 제작하고 전자현미경으로 관측하는 실험을 체험하였다. 학생들은 이 과정에서 지역기관(KAIST)의 분야별 전문가와 긴밀하게 소통하고, 최첨단 과학 기기와 장비를 체험하게 된다. 전문가로부터 듣는 최신 공학기술 연구동향과 공학자로서의 문제해결과정을 체험함으로써 교과 중심 교육과정에서 벗어나 최신 연구현장에 더욱 가까운 학습이 가능하다.

Table 4 Program Schedule

구분	강의 주제 및 내용	
	중학생	고등학생
	지역기관 (첨단과학기술분야 LAB) 체험	
part 1 9:30~12:30	(바이오 및 뇌공학) 뇌 기본구조 및 기능 강의, 마우스 뇌 절편 제작 및 관찰	(신소재공학과) 초미세 나노구조 강의, 탄소 물질 구조체 제작 및 전자현미경 관찰
-	점심식사	
	STEAM 프로그램	
part 2 13:30~17:30	“인간중심 인공지능” - 1차시: 이것도 인공지능? - 2차시: 인공지능의 어제, 오늘 그리고 내일 - 3차시: 모두를 위한 모두가 쓰는 인공지능 설계 - 4차시: 인공지능이 넘볼 수 없는 인간의 능력	“역사를 바꾼 탄소형제의 정체” - 1차시: 역사를 바꾼 소재, 역사를 바꾼 소재 - 2차시: 새로운 소재, 새로운 삶 - 3차시: 기하로 풀어보는 분자구조 - 4차시: 현미경 속 세상풍경

오후에는 13:30~17:30(4시간) 동안 교육과정과 연계한 STEAM 프로그램 수업을 4차시로 나누어 진행하였다. 먼저 중학교 프로그램의 경우 ‘인공지능’을 주제로 하여, 1차시에는 인간의 뇌와 지능을 인공지능과 대비하여 학습할 수 있도록 구성하였다. 나아가 2차시~3차시에는 인공지능의 개발과 발전 과정을 이해하면서 4차시에는 코딩의 원리로부터 나만의 인공지능을 설계하는 과정으로 구성하였다. 고등학교 프로그램은 1차시에서 ‘새로운 소재’를 주제로 역사 속에서 사용되었던 소재를 소개하고, 2차시에는 그 원리를 이해하기 위해 탄소의 구조를 형상기억합금을 통해 직접 체험하여 학습한다. 또한, 3차시에는 다양한 구조체로 인한 새로운 소재를 상상하여 설계하고 4차시에서 직접 현미경으로 관찰해보는 시간으로 구성하였다.

이와같이 첨단과학기술분야 연구현장과 교육과정을 밀접하게 연계함으로써 융합인재교육(STEAM)이 추구하는 실생활과 연계한 융합적 소양 증진에 더욱 적합한 모델이라고 할 수 있다.

기존의 융합인재교육(STEAM) 프로그램은 한 과목을 중심으로 구안되어, 특정 학습목표 달성을 위해 교과목의 성격을 유지하면서 여러 교과목의 내용이나 다소의 공통요인을 추출하여 융합하는 것이 일반적이다. 그에 반하여 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램은 첨단과학기술분야의 주제를 중심으로 하여, 자기주도적 탐구활동과 창의적 공학설계 문제를 포함한 종합적인 과정으로 구성함으로써 보다 탈학문적 STEAM 프로그램을 제안할 수 있었다.

또한, 기존 프로그램과 비교하여, 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램은 기관의 다양한 인적·물적 자원을 활용하여 지역사회의 특색을 반영하는 것에 차별성을 둔다. 융합인재교육(STEAM) 효과성 분석연구에서 밝혀진 바에 따르면 STEAM 교육의 주체인 교사들은 융합인재교육(STEAM)의 효과를 높이기 위해 외부기관과의 연계 및 전문 인력의 지원이 가장 필요하고 인식하는 것으로 드러났다(임성민, 2013).

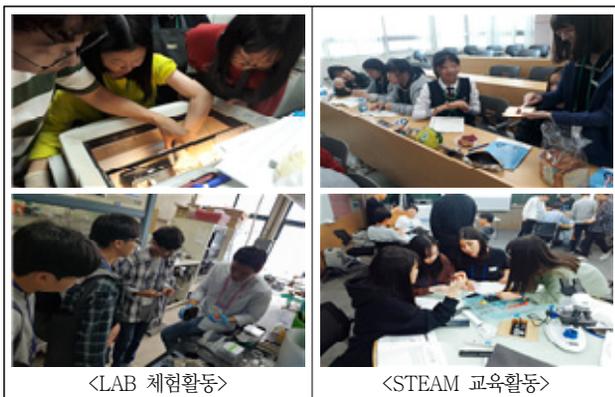


Fig. 2 프로그램 활동사진

## 2. 창의적 문제해결력

교육과학기술부(2011)에서 정의한 융합인재교육(STEAM)의 개념을 기반으로, 융합인재교육(STEAM) 프로그램의 교육적 목표는 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 향상시키고, 과학기술 기반의 융합적 사고와 문제해결력을 배양하는 데 있다고 할 수 있다. 이와 관련하여 이미 많은 연구에서 융합인재교육(STEAM)의 교육 효과에 관해 논하고 있는데, STEAM 교육효과성에 관한 메타분석 연구결과(신문승, 2018)에 의하면, 여러 교육효과 중에서도 교과흥미와 태도, 창의성과 문제해결력 증진이 가장 효과적임이 나타났다. 창의성과 문제해결력은 상호·복합적인 관계로써, 확산적 사고와 수렴적 사고가 상호작용하여 창의적인 산출물 또는 문제를 해결하는 과정에서의 역량을 창의적 문제해결력이라 하였다(김경자 외, 1997; 조석희, 2001, 2013).

융합인재교육(STEAM)이 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있는 것으로 많은 연구에 의해 밝혀졌으나(우용배 외, 2017; 이명숙 외, 2013; 이은아, 2018; 홍광표, 2015; 황성진, 2015), 연구 대상이 초등학생이거나 교과위주로 연구가 이루어진 점에 있어서는 한계가 있다. 이러한 선행연구 결과를 기반으로 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램을 실시하고 참여한 중·고등학생들의 창의적 문제해결력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 사전·사후 검사를 실시하였다. 사용한 검사도구는 한국교육개발원의 조석희가 2001년에 발간한 연구를 기반으로 서울대 심리연구실 MI에서 개발한 검사지를 사용하였다(명현주, 2014; 이은아, 2018; 조석희, 2001). 각 하위 영역별 문항 구성은 Table 5와 같다. 본 검사지는 여러 논문에서 사용되어 신뢰도가 검증되었으며, 본 연구에서 측정도구에 대한 정확성을 밝히기 위해 크론바흐 알파계수(Cronbach Alpha Coefficient)를 이용하여 신뢰도를 측정하였다. 선행연구에서 적절 신뢰수치를 0.60에서 0.70 이상을 제시하는 것과 같이 본 연구에서의 문항별 신뢰도는 사전·사후검사가 전체 문항에 대한 신뢰도는 각각 0.910과 0.948로 나타났고, 하위요소별 신뢰도는 최저 0.687에서 최고 0.899까지 나타나 각 문항간 내적일치도가 매우 높은 것을 확인하였다.

Table 5 Composition of inspection tools of creative problem solving ability

요소	문항 번호	문항 수	Cronbach- $\alpha$	
			사전	사후
자기확신 및 독립성	1, 2, 3, 4, 5	5	0.687	0.796
확산적 사고	6, 7, 8, 9, 10	5	0.856	0.895
비판적, 논리적 사고	11, 12, 13, 14, 15	5	0.824	0.899
동기적 요소	16, 17, 18, 19, 20	5	0.728	0.878

문항별 결과는 Table 6과 같다. 전체 평균은 사전검사에서 3.77이었으나 사후에 3.87로 상승하였고, 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며 세부항목 역시 모두 증가한 것을 확인할 수 있다. 특히 세부항목별로는 동기적 요소가 사전(M=4.06)과 사후(M=4.11) 모두 가장 높은 것으로 나타났고 각각 사전검사에서 자기확신(M=3.51), 확산적 사고(M=3.56) 요소가 사후검사에서 자기확신(M=3.64), 확산적 사고(M=3.76)으로 유의미하게 증가하였다. 논리적 사고(사전 M=3.94, 사후 M=3.96)와 동기적 요소(사전 M=4.06, 사후 M=4.11)는 검사 전후로 다소 증가하였으나 통계적으로 유의한 수치는 아니었다.

**Table 6 Results of pre and post tests of creative problem solving ability**

창의적 문제해결력	전체 (N=91)				t	p
	사전		사후			
	M	SD	M	SD		
자기확신	3.51	0.66	3.64	0.71	-2.189*	.031
확산적 사고	3.56	0.69	3.76	0.71	-3.804***	.000
논리적 사고	3.94	0.59	3.96	0.68	-.424	.672
동기적 요소	4.06	0.53	4.11	0.62	-.964	.338
전체	3.77	0.52	3.87	0.60	-2.646*	.010

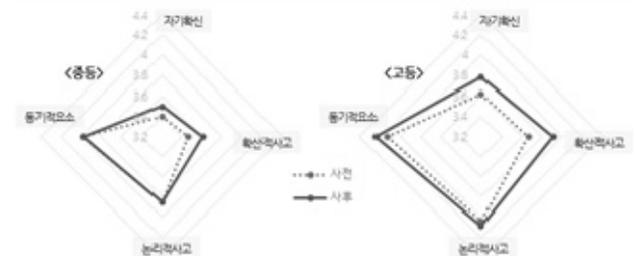
\*p<.05 \*\*\*p<.001

학교급별로 비교한 결과는 Table 7과 같다. 전체 평균은 사전 검사에서 중학생(M=3.67)과 고등학생(M=3.86)으로 고등학생들이 창의적 문제해결력을 더 높은 것으로 인식하고 있었다. 사후 검사에서는 중학생(M=3.73), 고등학생(M=4.00)으로 각각 증가하였으나 고등학생의 창의적 문제해결력이 유의미하게 향상된 것으로 나타났다. 중학생의 경우는 주어진 문제를 해결하기 위해 새롭고 다양한 대안들을 생각하려는 확산적 사고가 유의미하게 증가한 것(사전 M=3.46, 사후 M=3.61)으로 인식하고 있었다. 고등학생의 경우는 확산적 사고(사전 M=3.66,

사후 M=3.91)뿐만 아니라 특정영역에 대한 지식과 사고, 기능 및 기술을 이해하는데 자기 확신정도(사전 M=3.62, 사후 M=3.78)가 유의미하게 하였다.

즉, Fig. 3에서도 볼 수 있듯이 중학생보다 고등학생이 평소 본인의 창의적 문제해결력을 더 높게 인식하고 있었으며, 지역 기관을 활용한 STEAM 교육에 참여함으로써 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 효과가 있었고, 그 효과는 고등학생에게 미치는 효과가 더욱 큰 것으로 나타났다.

고등학생의 경우 입시 중심 교육과정과 체제 운영으로 STEAM 교육을 운영하는데 현실적인 어려움이 있다. 특히 교육과정의 경직성으로 인해 타 교과 간 시수통합과 유기적으로 연계한 수업 설계가 어려워 다양한 STEAM 교육 경험의 기회가 중학생보다 부족한 실정이다. 그 결과, 고등학생들의 경우, 그동안 수업에서 접하지 못했던 주제 및 문제해결 방안을 연습함으로써, 첨단과학기술분야와 관련하여 주어진 문제를 해결하는데 다양한 대안을 생각하려는 확산적 사고와 특정 영역에 대한 자기 확신 정도가 모두 유의하게 증가한 것으로 보여진다.



**Fig. 3 Results of pre and post tests of creative problem solving ability according to school level**

이로써 STEAM 교육에 대한 교육적 효과가 고등학생 이상에서도 매우 유의미함을 확인할 수 있었다. 이전 연구를 살펴보면 학업성취와 창의적 문제해결력의 정적 상관관계가 밝혀진 바 있는데, 창의성이 학업성취에 유의미한 설명력을 부여하

**Table 7 Results of pre and post tests of creative problem solving ability according to school level**

창의적 문제해결력	중학생					고등학생				
	사전		사후		t	사전		사후		t
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
자기확신	3.40	0.67	3.50	0.79	-.940	3.62	0.64	3.78	0.58	-2.723**
확산적 사고	3.46	0.74	3.61	0.78	-2.025*	3.66	0.61	3.91	0.62	-3.381**
논리적 사고	3.85	0.63	3.85	0.75	.000	4.03	0.52	4.08	0.59	-0.583
동기적 요소	3.98	0.54	3.97	0.69	.118	4.14	0.51	4.25	0.52	-1.49
전체	3.67	0.54	3.73	0.67	-1.060	3.86	0.48	4.00	0.48	-2.805**

\*\*p<.01

고(유경순, 2001), 창의적 문제해결력을 통해 학업성취를 예측 가능하다고 하였다(장동엽, 2012). 고등학생을 대상으로 한 STEAM 교육의 개발과 적용 확대가 학업성취와 입시 결과에도 밀접한 관련이 있을 것으로 기대되는 점이다.

### 3. 자기효능감

Bandura(1977)는 자기효능감이 주어진 과제나 행동을 성공적으로 수행할 수 있는 개인적인 능력에 대한 믿음으로 정의하였으며, 행동과 행동변화를 이해하고 예측하는 데 결정적인 영향을 미친다고 인식하였다(Lent & Hackett, 2000; 김은아, 2018, 재인용). 지역기관을 활용한 STEAM 교육에 참여함으로써 학생들이 간접적인 성공 경험이나 성취를 얻고 학습 지속력을 유지하는 데 효과가 있는지 확인해보고자 사전·사후 검사를 실시하였다. 자기효능감의 향상은 학습몰입과 같은 학습태도 뿐만 아니라, 실제적인 학업성취에도 긍정적인 영향을 미친다는 연구결과(배종찬, 2011; 이영은 외, 2014; 이지혜, 2009; 한영숙 외, 2007)가 있어, 지역기관을 활용한 STEAM 교육 프로그램에 의한 자기효능감의 향상은 단순히 학생들의 인지적인 자기평가 이외에도 학업성취에 관한 결과를 예측할 수 있다는 데 큰 의미가 있다고 판단된다.

Table 8 Composition of self-efficacy test tool

요소	문항 번호 (*역채점 문항)	문항 수	Cronbach- $\alpha$	
			사전	사후
자신감	1*, 3*, 5*, 11*, 16*	5	0.826	0.889
자기조절 효능감	2, 7, 8, 12, 14, 17, 20, 21, 23, 24	10	0.877	0.897
과제난이도 선호	6*, 9*, 15, 18, 22	5	0.703	0.622

검사도구는 자신감, 자기조절 효능감, 과제난이도 선호의 하위요소를 포함하는 총 20개의 문항으로 구성하였다. 이는 선행연구에서 통계적 안정성이 있는 자기효능감 척도로서 김아영(1997)이 개발하고 한혜진(2002)이 수정한 도구를 활용하였고, 이 중 신뢰도 점검을 통해 20개 문항을 선택적으로 활용하였다. 이전 연구에서의 내적 합치도는 0.843이었으며, 본 연구에서는 전체 문항에 대해서 내적 합치도를 분석한 결과 Cronbach- $\alpha$  값이 사전=0.850, 사후=0.845로 높게 나타났다. Table 8에서 하위요인별 나타난 신뢰도 또한 최저 0.622과 최고 0.897로 자기효능감의 문항들 간 내적 일관성은 충분히 신뢰할 수 있다.

문항별 사전·사후 검사 결과는 Table 9와 같다. 자기효능감은 사전검사에서 사전 평균 3.49에서 사후 평균 3.56으로 증가하였으나 유의미한 결과는 아니었다. 일의 순서적인 처리 능

력과 정보 활용 능력과 관련한 자기조절 효능감, 쉬운 일과 어려운 일을 선택해야 하는 상황에서의 과제 난이도 선택에 대한 경향성을 나타내는 과제난이도 선호정도가 사전검사에서 각각 M=3.64, 3.22로 나타났고, 사후검사에서 M=3.77, 3.35로 유의미하게 증가하였다. 다만 곤란한 상황에 맞이하였을 때 심리적인 자신감을 의미하는 문항에 대해서는 측정결과가 사후에 다소 감소하였으나 유의하지는 않았다.

Table 9 Results of pre and post tests of self-efficacy

자기 효능감	사전		사후		t	p
	M	SD	M	SD		
자신감	3.45	0.75	3.36	0.88	1.167	.246
자기조절 효능감	3.64	0.57	3.77	0.59	-2.053*	.043
과제난이도 선호	3.22	0.60	3.35	0.56	-2.699**	.008
전체	3.49	0.45	3.56	0.45	-1.196	.059

\*p<.05 \*\*p<.01

학교급별 자기효능감 사전·사후 검사결과 Table 10과 같다. 중학생과 고등학생 모두 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램에 참여함으로써 자기효능감이 증가하였으나, 유의한 결과는 아니었으며, 중학생의 경우에는 과제난이도 선호도 정도가 사전검사(M=3.17)에서 사후(M=3.39)로 크게 증가하였으며, 그 결과가 유의하였다. 이는 공학적 설계와 과학탐구기반 STEAM 교육 프로그램이 자기효능감 향상에 효과가 있다는 선행연구 결과와 같다(이영은 외, 2014).

즉 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램은 학생들의 자기효능감 향상에 효과적이며, 자기조절 효능감과 과제난이도 선호도를 향상하는 데 특히 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다. 자기효능감의 향상은 학습몰입과 학업성취에 긍정적인 영향을 미친다는 결과가 선행연구를 통해 밝혀진 바 있어(배종찬, 2011; 이지혜, 2009; 한영숙 외, 2007), 지역기관을 활용한 STEAM 교육 프로그램에 의한 자기효능감의 향상은 단순히 학생들의 인지적인 자기평가 이외에도 학업성취에 관한 긍정적인 영향이 있을 것으로 예측할 수 있다.

그러나 중학생과 고등학생 모두 프로그램 참여 후 자신감이 하락하였는데, 이는 STEAM 교육에 대한 인식조사 결과에서도 나타난 바와 같이 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램에서 실시한 프로그램의 주제가 낯설고, 학습수준이나 용어에 대한 어려움을 높게 인식하고 있는 것이 반영된 결과로 보여진다. 지역기관을 활용한 STEAM 교육의 난이도를 학생의 학습수준을 고려하여 조절하고, 사전에 학생들에게 주제 관련 읽기 자료 등을 제공하여 Filled learning 방식으로 응용한다면 개선이 가능할 것으로 판단된다.

Table 10 Results of pre and post tests of self-efficacy according to school level

자기 효능감	중학생					고등학생				
	사전		사후		t	사전		사후		t
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
자신감	3.40	0.83	3.32	0.91	0.613	3.51	0.66	3.40	0.86	1.135
자기조절 효능감	3.51	0.63	3.70	0.66	-1.803	3.78	0.48	3.84	0.5	-0.988
과제난이도 선호	3.17	0.66	3.39	0.57	-2.810*	3.26	0.54	3.30	0.56	-0.739
전체	3.40	0.49	3.53	0.51	-2.157*	3.58	0.39	3.60	0.40	-.297

\*p<.05 \*\*p<.01



Fig. 4 Results of pre and post test of self-efficacy according to school level

#### 4. STEAM 교육에 대한 인식

프로그램에 참여한 학생들의 STEAM 교육에 대한 인식을 살펴보기 위하여 설문지를 투입하였다. STEAM 교육경험과 STEAM 교육에 대한 인식이 프로그램 참여 전후로 어떻게 변화하였는지 결과는 Table 11과 같다.

먼저, 프로그램에 참여한 학생들의 경우, 이전에 학교 혹은 외부기관을 통해 STEAM 교육 경험이 있는 학생의 비율은 전체 29.7%로 나타났다. 중학생은 45.7%, 고등학생은 13.3%로 나타났으며, 학교 정규 교과시간(중학생-42.9%, 고등학생-50.0%)과 창의적 체험활동 및 동아리 활동시간(중학생-23.8%, 고등학생-50.0%)에 주로 이루어진 것으로 응답하였다.

Table 11 STEAM education experience

문항	구분	중학생		고등학생	
		N(명)	%	N(명)	%
STEAM 교육 경험	예	21	45.7	6	13.3
	아니오	25	54.3	39	86.7
STEAM 교육 시간	학교 정규 교과시간	9	42.9	3	50.0
	학교 방과 후 시간	0	0.0	0	0.0
	CA, 동아리활동	5	23.8	3	50.0
	자유학기(년)제	6	28.6	0	0.0
	사설 교육기관	1	4.8	0	0.0
STEAM 교육 빈도	거의 없음	11	52.4	1	16.7
	매월 1~2시간	7	33.3	4	66.7
	매월 3~4시간	3	14.3	1	16.7
	매월 5시간 이상	0	0.0	0	0.0

중학생의 경우 2016년도부터 전국의 모든 중학교에 자유학기(년)제가 실시되면서 보다 자유로운 교육과정을 운영하게 되면서 고등학생보다 STEAM 교육을 경험할 기회가 많은 것으로 나타났다. 실제로 중학생들은 자유학기(년)제 기간 동안에 STEAM 교육을 경험하였다고 응답한 비율이 28.6%로 나타났다.

또한, 중·고등학생들은 STEAM 교육은 거의 없거나(44.4%), 매월 1~2시간(40.7%), 매월 3~4시간(14.8%)으로 나타났으며, 5시간 이상 STEAM 교육이 이루어진다고 응답은 없었다.

STEAM 교육이 필요하다고 생각하는가에 대해서 '지역기관을 활용한 STEAM 프로그램' 참여 전과 후로 나누어 각각 5점 Likert 척도로 응답하도록 하였고, 그 결과는 Table 12와 같다.

Table 12 The need for STEAM education

학교급	중학생 고등학생	STEAM 교육의 필요성			
		사전	사후	t	p
중학생	중학생	4.37 (0.57)	4.61 (0.68)	-2.689*	.010
	고등학생	4.31 (0.73)	4.42 (0.66)	-1.044	.302
전체		4.34 (0.65)	4.52 (0.67)	-2.542*	.013

\*p<.05

전체 평균 4.34로 보통 이상으로 나타났으며, 중학생(M=4.37), 고등학생(M=4.31) 모두 매우 필요하다고 인식하고 있었다. 본 프로그램 참여 이후에는 필요하다고 인식하는 정도가 전체 평균 4.52로 더욱 높게 나타났으며, 그 증가 폭이 유의한 것으로 나타났다. 특히, 중학생의 경우 사전 조사결과 매우 높은 필요성을 느끼고 있음에도 불구하고 사전(M=4.37)에서 사후(M=4.61)로 유의하게 증가하여, STEAM 교육의 필요성을 인식하는데 본 프로그램이 의미 있게 작용하였다는 것을 알 수 있다.

프로그램에 참여한 학생들이 생각하는 STEM 교육내용의 장점은 Table 13, Table 14와 같다.

먼저, Table 13은 STEAM의 교육내용 측면에서의 장점을 살펴본 결과이다. 프로그램에 참여하기 전에는 일반수업과 비교하였을 때 STEAM 수업의 가장 큰 장점은 중학생의 경우 수

학, 과학, 기술 등 ‘여러 교과를 융합하여 배우는 점(47.8%)’이라고 가장 많이 응답하였으며, 다음으로는 기존 교과 시간에 배울 수 없는 ‘다양한 주제의 수업 내용을 접할 수 있는 점(37.0%)’이 장점이라고 응답하였다. 고등학생의 경우에도 ‘다양한 주제의 수업 내용(44.4%)’, ‘여러 교과를 융합하여 배우는 점(35.6%)’을 가장 큰 장점이라고 응답하였다.

Table 13 Benefits of STEAM education

STEAM 교육내용 장점	구분	사전		사후	
		N(명)	%	N(명)	%
여러 교과를 융합하여 배우는 점	중	22	47.8	15	32.6
	고	16	35.6	8	17.8
과학기술 관련 직업에 대한 정보	중	6	13.0	9	19.6
	고	7	15.6	2	4.4
기존 교과의 실생활에서 활용	중	1	2.2	3	6.5
	고	2	4.4	9	20.0
다양한 주제의 수업 내용	중	17	37.0	19	41.3
	고	20	44.4	26	57.8

반면에 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램에 참여한 후 기존 STEAM 교육과 본 프로그램을 비교하였을 때 그 장점을 비교한 결과, 학생들의 응답은 중학생의 경우 비슷한 응답추세를 보였으나, ‘과학기술 관련 분야로의 직업에 대한 정보를 얻을 수 있는 점’이라고 응답한 비율이 다소 증가한 것을 볼 수 있다. 고등학생의 경우에는 ‘다양한 주제의 수업 내용(57.8%)’과 기존 교과시간에 배운 내용을 ‘실생활에 어떻게 활용되는지 알 수 있는 점(20.0%)’이라고 응답한 비율이 크게 증가한 것을 확인할 수 있다.

이와 같은 결과는 지역기관인 KAIST의 첨단과학기술분야 LAB을 방문하는 과정을 통해 학생들은 분야별 직업에 대한 간접 경험을 체험할 수 있었으며, 기존 교과에서는 지식 위주로 이루어졌던 수업이 본 프로그램에서는 첨단과학기술분야 주제를 중심으로 심도있게 학습해보는 과정을 통해 실생활과의 교과 연계가 잘 이루어진 것으로 보여진다.

다음으로 STEAM 교육의 학습형태 측면에서 장점이 무엇이라고 인식하는지 살펴보았다. 학생들은 프로그램에 참여하기 전에 STEAM 교육의 학습형태에 대해서 만들기 등 다양한 ‘체험활동 중심의 학습(중학생-45.7%, 고등학생-48.9%)’이 가장 큰 장점이라고 응답하였으며, 다음으로 중학생은 학생이 주도적으로 활동할 수 있는 ‘학생 참여가 많은 학습(23.9%)’, 고등학생은 다양한 교과 및 전문가가 협업하여 구성하는 ‘우수한 교사들의 팀티칭 학습(28.9%)’이 가장 큰 장점이라고 응답하였다.

Table 14 Benefits of the learning format in STEAM

STEAM 학습형태 장점	구분	사전		사후	
		N(명)	%	N(명)	%
체험활동 중심의 학습	중	21	45.7	27	58.7
	고	22	48.9	19	42.2
학생 참여가 많은 학습	중	11	23.9	11	23.9
	고	5	11.1	8	17.8
협동 및 소통 학습	중	7	15.2	4	8.7
	고	5	11.1	6	13.3
우수 교사들의 팀티칭 학습	중	7	15.2	4	8.7
	고	13	28.9	12	26.7

프로그램 참여 후의 설문에서도 응답 비율은 유사하게 나타났다. 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램의 학습형태 장점은 ‘체험활동 중심의 학습(중학생-58.7%, 고등학생-42.2%)’이 가장 많은 비율로 나타났다. 고등학생의 경우 ‘학생 참여가 많은 학습(17.8%)’이 다소 증가하였는데, 기존에 경험했던 일반 STEAM 교육이 학생과 교사간 이루어지며, 교사중심으로 이루어지는 학습형태인 점과는 다르게 본 프로그램의 경우 멘토교사를 조별로 배치하여 학생과 교사 사이에 발생할 수 있는 교과지식 간의 차이, 의사소통의 간극을 줄여주고자 하였다. 또한 수업이 교사중심으로 이루어지지 않고 학생들이 주도적으로 참여할 수 있도록 퍼실리테이터로서 참여하는데, 이러한 점이 학생들로 하여금 학습상황에 더욱 주도적으로 참여하고 있는 것으로 느낄 수 있도록 한 것으로 보인다.

학생들이 기대하는 STEAM 교육 참여를 통한 교육적인 효과는 Table 15와 같다. 프로그램에 참여하기 전, 학생들은 일반적인 STEAM 교육을 통해 ‘창의적인 문제해결력 향상(중학생-34.8%, 고등학생-46.7%)’에 대한 기대효과가 가장 높은 것으로 나타났다. 특히 중학생은 ‘수학, 과학 교과에 대한 흥미(21.7%)’ 향상이 높게 나타난 반면, 고등학생은 ‘과학기술 관련 진로정보의 습득(24.4%)’으로 나타나 학교급에 따라 STEAM 교육을 통해 기대하는 교육적 효과가 다른 것으로 나타났다.

지역기관을 활용한 STEAM 프로그램에 참여한 뒤에도 ‘창의적 문제해결 능력의 향상(중학생-21.7%, 고등학생-42.2%)’이 가장 큰 교육적 효과라고 인식하였으며, 중학생의 경우는 이 외에도 과학기술 관련 진로정보의 습득(21.7%), 수학, 과학적 개념에 대한 이해(17.4%)와 자기주도적 학습역량의 향상(10.9%)에 대한 기대가 다소 상승한 것을 확인할 수 있다. 고등학생은 수학, 과학교과에 대한 흥미 향상(28.9%), 과학기술 관련 진로정보의 습득(13.3%) 순으로 높게 응답하였고, 타인과의 의사소통 능력 향상(11.1%)에 대한 응답이 높게 증가하였다.

**Table 15 The effectiveness of STEAM education**

교육적 효과 (기대효과)	구분	사전		사후	
		N(명)	%	N(명)	%
수학, 과학적 개념에 대한 이해	중	4	8.7	8	17.4
	고	3	6.7	2	4.4
수학, 과학교과에 대한 흥미 향상	중	10	21.7	9	19.6
	고	7	15.6	13	28.9
창의적 문제해결 능력의 향상	중	16	34.8	10	21.7
	고	21	46.7	19	42.2
자기주도적 학습 역량의 향상	중	2	4.3	5	10.9
	고	3	6.7	0	0.0
과학기술 관련 진로정보의 습득	중	8	17.4	10	21.7
	고	11	24.4	6	13.3
타인과의 의사소통 능력 향상	중	6	13.0	3	6.5
	고	0	0.0	5	11.1
기타	중	0	0.0	1	2.2
	고	0	0.0	0	0.0

STEAM 교육을 받을 때, 학생들이 느끼는 어려운 점을 Table 16과 같다. 프로그램에 참여하기 전, 학생들은 일반적인 STEAM 프로그램에 대해서 ‘여러 교과를 융합해서 생각해야 하는 점(중학생-26.1%, 고등학생-40.0%)’을 가장 어려운 것으로 생각하고 있었다. 또한, 중학생 같은 경우에는 ‘수업, 활동시간의 부족(26.1%)’과 ‘조별 활동에서의 의견 충돌(26.1%)’이 STEAM 교육 활동을 어렵게 하는 요인이라고 생각하였다.

프로그램 참여 후에 중학생은 여러 교과를 융합해서 생각해야 하는 점(21.7%), 제시된 문제의 난이도(19.6%) 및 수업, 활동시간의 부족(19.6%)을 어려운 점으로 뽑았다. 고등학생은 수업 및 활동시간의 부족(28.9%)을 가장 어려운 것으로 인식하였으며, 여러 교과를 융합해서 생각해야 하는 점이 24.4%로 두 번째로 높게 나타났으나, 프로그램 참여 전에 비해 큰 폭으로 감소한 것을 확인할 수 있다. 실제 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램에 참여한 학생들은 공통적으로 시간이 많이 부족하다는 의견이 많았으며, 여러 교과를 융합하는 것에 대한 거부감이 감소한 것을 확인할 수 있었다. 반면에 프로그램 참여 전·후에 중·고등학생들에게서 공통적으로 증가한 항목은 다양한 수업주제의 부족(중학생-10.9%, 고등학생-4.4%)이다. 총 7시간의 교육시간 동안 1개의 첨단과학분야를 심도있게 접하는 기회이지만 학생이 직접 주제를 선택하지 못하고 단일주제를 학습하는 것에 대해서는 일부 학생들의 경우 지루하게 인식할 수 있는 것으로 판단된다.

다음으로 학생들이 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램에 참여한 뒤 응답한 프로그램에 대한 만족도는 Table 17과 같

다. 전반적인 만족도는 중·고등학생 모두 보통 이상(중학생-4.54, 고등학생-4.51)으로 나타났으며 중학생의 만족도가 조금 더 높았으나 유의미한 결과는 아니었다. 가장 높은 만족도를 보인 요소는 학교에서 접할 수 없는 참신한 교육이었다는 점(M=4.67)으로 나타났다.

**Table 16 Difficulties of STEAM Education**

어려운 점	구분	사전		사후	
		N(명)	%	N(명)	%
여러 교과를 융합해서 생각해야 함	중	12	26.1	10	21.7
	고	18	40.0	11	24.4
만들기, 활동 수준의 어려움	중	1	2.2	3	6.5
	고	2	4.4	4	8.9
제시된 문제의 난이도	중	8	17.4	9	19.6
	고	10	22.2	9	20.0
수업, 활동시간의 부족	중	12	26.1	9	19.6
	고	6	13.3	13	28.9
조별활동에서의 의견 충돌	중	12	26.1	7	15.2
	고	9	20.0	3	6.7
다양한 수업주제의 부족	중	0	0.0	5	10.9
	고	0	0.0	2	4.4
기타	중	1	2.2	3	6.5
	고	0	0.0	3	6.7

**Table 17 Satisfaction of STEAM education**

지역기관 STEAM 프로그램	중학생		고등학생		t	p
	M	SD	M	SD		
프로그램 만족도	4.63	0.64	4.51	0.69	-.849	.398
지역기관에 대한 이해도	4.43	0.75	4.49	0.76	.342	.733
STEAM 교육에 대한 이해도	4.57	0.62	4.53	0.55	-.260	.796
프로그램의 참신함	4.61	0.80	4.73	0.54	.868	.388
지속적인 참여 희망	4.48	0.78	4.31	0.73	-1.052	.296
프로그램 추천 희망	4.57	0.65	4.51	0.73	-.373	.710
프로그램의 우수함	4.52	0.69	4.47	0.69	-.379	.705
전체	4.54	0.60	4.51	0.51	-.305	.761

중학생은 프로그램 참여에 대한 만족도가 평균 4.63으로 가장 높았으며, 다음으로 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램이 학교에서 접할 수 없는 참신한 교육이었다(4.61)고 응답하였다. 고등학생도 학교에서 접할 수 없는 참신한 교육이었다는 응답이 평균 4.73으로 가장 높았으며, 다음으로 STEAM 교육에 대한 이해가 높아졌다고 평균 4.53으로 높게 응답하였다.

Table 18에서는 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램을 오전 LAB 체험과 STEAM 수업으로 구분하여 각각의 만족도를

비교하였다. LAB 체험에 대한 만족도는 중학생(M=4.60)이 고등학생(M=4.57)보다 높게 나타났으며, 중학생은 LAB 체험을 담당한 교수 및 연구진의 설명과 안내에 대한 만족도가 평균 4.62로 가장 높게 나타났으며, 학습내용의 수준(M=4.42)과 수업 구성의 적절성(M=4.38)에 대한 만족도가 가장 낮았는데, LAB 체험이 이루어진 실험실 공간이 제한적이었던 점과 다소 생소한 수업주제로 인해 탐방 과정에서 일부 학생들이 불편함을 느꼈을 것으로 생각된다. 고등학생의 경우에는 정규 교과목에서 쉽게 접할 수 없는 수업내용에 대한 흥미가 평균 4.59로 가장 높은 만족도를 보였고, 설명 중 빈번하게 등장했던 전공 용어와 영어단어로 인해 교수 및 연구진의 설명과 안내에 대해서는 가장 낮은 만족도인 평균 4.52로 나타났다.

Table 18 Educational satisfaction by school level

분항	중학생		고등학생		t	p	
	M	SD	M	SD			
LAB 체험	학습 내용의 수준	4.42	0.62	4.57	0.69	-1.040	.301
	수업 구성의 적절성	4.38	0.61	4.54	0.66	-1.243	.217
	수업 내용의 흥미	4.47	0.69	4.59	0.69	-.832	.408
	강사들의 설명 및 안내	4.62	0.49	4.52	0.72	.778	.439
	만족도	4.60	0.62	4.57	0.72	.247	.805
STEAM 수업	학습 내용의 수준	4.40	0.75	4.59	0.65	-1.269	.208
	수업 구성의 적절성	4.42	0.66	4.57	0.65	-1.040	.301
	수업 내용의 흥미	4.36	0.71	4.50	0.72	-.960	.340
	강사들의 설명 및 안내	4.64	0.48	4.57	0.65	.657	.513
	만족도	4.42	0.69	4.63	0.64	-1.487	.141

STEAM 수업에 대한 만족도는 중학생(M=4.42), 고등학생(M=4.63)으로 고등학생이 더 높게 나타났다. 중학생은 STEAM 수업을 담당한 교사의 설명과 안내가 가장 만족스러웠던 것으로 응답(M=4.64)하였으며, 고등학생의 경우 학습내용의 수준이 가장 만족스러운 것으로 응답하였다(M=4.59). 중학생과 고등학생 모두 수업 내용에 대한 흥미에 대해 만족도가 가장 낮은 평균 4.36, 4.50이었다. STEAM 수업은 각각 ‘인공지능’과 ‘탄소’라는 공통 주제를 총 4차시에 걸쳐 진행되었는데, 심화 수업을 경험할 수 있다는 장점이 있지만 학생들에게는 길어진 차시 수업으로 인한 집중도 하락과 피로감을 느낄 수 있었을 것이다.

#### IV. 결론 및 제언

##### 1. 결론

본 연구를 통해 개발한 지역기관을 활용한 STEAM 프로그

램은 지역기관의 다양한 인적·물적 자원을 활용하고 지역사회 특색을 반영하여 공학교육의 질적 성장을 도모하고, 첨단과학기술분야 중심의 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발하여 보급함으로써 학생들에게 공학교육 분야의 확대와 미래 공학분야 진로에 대한 인식과 교육 기회를 제공하는 초석이 될 것이다. 또한, 본 연구를 통해 지역기관을 공학교육에 활용하고 교육적 효과를 살펴봄으로써 공학교육의 인적 재원을 마련하고 기관과 학교 간 상호 교육 협력이 가능함을 보여주는 계기가 되었다고 생각한다.

본 연구에서는 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램을 개발하고 시범교육을 실시하여 창의적 문제해결력과 자기효능감, STEAM 교육에 대한 참여자의 인식변화를 조사하여 프로그램의 효과를 검증하고자 하였다.

그 결과는 다음과 같다.

첫째, STEAM 프로그램은 학습목적, 개념, 학습준거틀, 평가항목을 기본요소로 하여, 연구원을 비롯한 개발위원, 교육분야 전문가 총 14인이 공동으로 개발에 참여하였다. 특히 본 프로그램의 개발목적은 STEAM 프로그램에 지역기관(KAIST)의 인적, 물적 자원을 활용하여 지역특색을 반영하고, 첨단과학기술분야 연구 현장과 교육과정을 밀접하게 연계함으로써 학생들의 융합적 소양증진 모델을 제안하였다. 또한, 대전광역시 내에 중·고등학교 학생 100명을 대상으로 LAB 탐방 및 STEAM 교육을 진행하였다.

이와 같이, 첨단과학기술분야 연구동향과 전문성을 접목한 STEAM 프로그램의 개발은 교과중심 교육과정에서 벗어난 실제 현장에 더욱 가까운 학습을 가능하게 하고, 융합인재교육(STEAM)이 추구하는 융합적 소양 증진에 더욱 적합한 모델이라고 할 수 있다.

둘째, 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램은 창의적 문제해결력 향상에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 고등학생의 경우 중학생보다 STEAM 교육의 경험이 적었으나 본 프로그램을 통해 창의적 문제해결력이 유의미하게 향상하였는데, STEAM 교육의 교육적 효과에 대한 인식변화를 살펴 보더라도 수학, 과학 교과에 대한 흥미가 향상되고, 과학기술 관련 진로정보를 습득하는 데 효과적이었다고 인식하는 등 고등학생의 학업 및 진로지도에도 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램이 효과적으로 활용될 수 있음을 시사하였다. 선행연구(유경순, 2001; 장동엽, 2012)에서 창의성과 학업성취도 간 정적 상관관계가 밝혀졌듯, STEAM 교육의 개발과 적용이 학생들의 창의적 문제해결력 향상뿐 만 아니라 수·과학 분야의 학습흥미도향상이 학업성취도에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있을 것으로 기대된다.

셋째, 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램에 참여한 중·고등학생들은 자기효능감 중에서도 자기조절 효능감과 과제난이도 선호도가 유의미하게 증가하였다. 공학적 설계와 과학탐구 기반 STEAM 교육 프로그램이 자기효능감 향상에 효과가 있으며, 자기효능감이 학습몰입과 학업성취에 긍정적인 영향을 미친다는 결과는 선행연구의 결과와 같다(배종찬, 2011; 이영은 외, 2014; 이지혜, 2009; 한영숙 외, 2007). 즉 첨단과학기술분야의 체험활동 중심의 학습과 적극적인 학생 참여를 유도함으로써 자기주도적 학습 형태를 경험한 학생들은 자기효능감 향상을 통해 궁극적으로는 지속적인 학습몰입과 학업성취에도 영향을 미칠 것이다. 그러나 자기효능감 중 학생들의 자신감이 비교적 하락하였는데, 학생별 학습 수준을 고려하여 프로그램 내용 및 용어에 대한 난이도 조절이나 사전교육을 통해 보완할 수 있을 것이다.

넷째, 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램에 참여하기 전 학생들은 이전 STEAM 교육의 경험이 대부분 없는 것으로 나타났다. 본 프로그램 참여한 뒤 학생들은 STEAM 교육에 대한 만족도가 매우 높은 것으로 나타났고, 차시별 교육만족도 또한 매우 높았다. 또한 STEAM 교육에 대한 필요성이 프로그램 참여 후에 더욱 높은 것으로 나타났다.

그중에서도 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램은 다양한 주제의 수업내용을 접할 수 있는 점과 체험활동 중심의 학습으로 이루어진 점이 가장 큰 장점으로 인식하였고, 교육적 효과로는 수학, 과학에 대한 흥미 향상과 창의적 문제해결능력의 향상, 과학기술관련 진로정보의 습득에 도움이 되었다고 인식하고 있었다.

다만, 본 프로그램에 참여한 학생들이 대전시 내에서도 소외 지역에서 STEAM 교육의 경험이 적은 학생들을 선발하였기 때문에 기존 STEAM 교육과의 객관적인 비교가 가능한지 여부에 대해서는 제한점이 있다. 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램의 교육 효과성을 객관적으로 확인하고 일반화하기 위해서는 표본을 무선표집하고, 통제집단을 설정하여 비교 분석이 이루어져야 할 것이다.

또한, 본 프로그램에 참여한 학생들이 수업과 활동 시간이 다소 부족하다고 인식하였는데, 최종 프로그램은 LAB체험과 4차시에 해당하는 STEAM 교육을 분할하여 실행할 수 있도록 세부 차시별 STEAM 학습준거틀을 기본으로 학습목표와 내용을 구상하여 활용할 수 있도록 보완하고자 하였다. 또는 교과 및 창의적 체험활동 시간에 활용 가능한 차시 대체형 프로그램으로써 자유학기제, 방과 후 과정, 방학 등 다양한 교육과정에서 차시를 확보하여 운영함으로써 해결할 수 있을 것이다.

## 2. 제언

본 연구를 통해 제언하고자 하는 바는 다음과 같다.

첫째, 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램의 개발 목적은 학생들에게 다양한 첨단과학기술분야의 지식과 기술을 체험하고 융합하여 해결하는 과정을 통해 창의적 문제해결력 등을 키울 수 있도록 하는 데 있다. 이를 위해서는 지역기관을 탐방하고 체험하는 활동이 가장 중요하지만, 지역기관을 직접 방문하기 어려운 지역이나 STEAM 교육의 기회가 적은 소외지역 학생들의 경우에는 학교에서도 프로그램을 접할 수 있도록 학교 방문형 프로그램을 개발하여 제공할 필요가 있다.

둘째, 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램이 학교 현장에서도 실효성 있게 활용하기 위해서는 보다 다양한 기관을 활용하고 많은 분야에서 다양한 주제로 개발되어야 할 것이다. 대전 지역 외에서도 KAIST와 같은 과학기술특성화대학 또는 첨단과학기술분야 연구기관 등을 활용한 STEAM 프로그램을 계획하거나 여러 교과와 담당 교사가 응용할 수 있을 것이다. 이를 위해서는 보다 많은 지역기관과 전문가 확보에 노력해야 할 것이고, 교사들의 인식개선과 STEAM 교육연구 촉진을 위해 관련 교사 연수를 병행하고, 지역기관의 전문가와 교과별 교사가 함께하는 STEAM교육 연구회를 개최 및 지원해야 할 것이다.

셋째, 지역기관을 활용한 STEAM 프로그램 중 학생들은 주제가 생소하고 교육내용과 용어 등에 대한 난이도가 높아 어렵다는 인식이 있다. 이에 LAB탐방 매뉴얼과 워크북을 함께 제작하고, 참여하는 학생들의 사전교육을 실시하여 미리 제공하여야 한다. 참여하는 학생들의 수준을 미리 파악하여, 난이도를 조절할 수 있도록 단계별 교육자료를 개발하는 등 추후 지속적인 개발 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- 고영욱(2014). 수학기반 융합인재교육(STEAM) 프로그램 구안 및 적용. 경인교육대학교 석사학위논문.
- 교육과학기술부(2011). 융합인재교육(STEAM) 추진성과 보고. 융합인재교육(STEAM) 2011년 성과발표회 자료집.
- 김경자·김아영·조석희(1997). 창의적 문제해결력 신장을 위한 교육과정 개발의 기초. *교육과정연구*, 15(2), 129-153.
- 김아영(1997). 동기이론의 교육현장 적용 연구와 과제. *교육심리 연구*, 12(1), 105-128.
- 김종승 외(2012). 의미분별법에 의한 초등학교 교사의 '공학, 기술, 실과'에 대한 이미지 연구. *실과교육연구*, 18(4), 23-43.
- 김진수(2011). STEAM 통합교육의 수업자료 제작을 위한 PDIE 모형 개발. 2011년도 대한공업교육학회 하계학술대회 발표논문, 386-392.

7. 김진수(2012). 융합인재교육(STEAM) 교육론. 양서원.
8. 명현주(2014). 소프트웨어 특성화 수업이 프로그래밍 및 창의적 문제해결력에 미치는 영향. 한양대학교 교육대학원 석사학위논문.
9. 박현주(2016). 2015년 STEAM 교육의 실태조사 및 효과성 심층 분석 연구 결과보고서. 한국과학창의재단 연구보고서.
10. 박현주 외(2016). 우리나라 초·중·고등학교의 STEAM 교육 운영 현황 실태조사. 과학교육학회지, 36(4), 669-679.
11. 배중찬(2011). 자기주도학습, 학습동기, 학업적 자기효능감이 학습몰입에 미치는 영향. 계명대학교 교육대학원 석사학위논문.
12. 신문승(2018). 융합인재교육(STEAM) 프로그램의 효과에 관한 메타분석. 학습자중심교과교육연구, 18(11), 345-363.
13. 안재홍·권난주(2013). 융합인재교육(STEAM)에서 기술 및 공학분야에 대한 교수학습 프로그램 분석. 한국과학교육학회지, 33(4), 708-717.
14. 우용배·홍승호(2017). 초등과학영재를 대상으로한 생태계 관련 STEAM 프로그램이 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향. 생물교육, 45(1), 158-168.
15. 유경순(2001). 창의성, 지능, 학업성취도와와의 관계. 교육연구, 14(1), 165-177.
16. 이명숙·김미숙·문은식(2013). STEAM 수업이 수학영재의 수학 창의적 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과. 영재와 영재교육, 12(3), 75-94.
17. 이영은·이효녕(2014). 공학적 설계와 과학탐구기반의 STEAM 교육 프로그램이 중학생의 과학, 수학, 기술에 대한 흥미, 자기효능감 및 진로선택에 미치는 효과. 교과교육학연구, 18(3), 513-540.
18. 이은아(2018). 창의적 체험 활동에서의 코딩교육이 일반계 고등학생의 창의적 문제해결력과 자기효능감에 미치는 효과. 한국교통대학교 교육대학원 석사학위논문.
19. 이지혜(2009). 자기결정성 학습동기, 메타인지, 자기주도 학습능력 및 학습몰입과 학업성취 간의 구조적 관계 분석. 충북대학교 박사학위논문.
20. 임성민(2013). 융합인재교육(STEAM) 효과성 분석 연구. 한국과학창의재단 연구보고서.
21. 장동엽(2012). 영재성에 따른 창의적 학문적 자기능력 인식 및 창의적 문제해결력과 학업성취 관계. 대구대학교 석사학위 논문.
22. 정진규·김영민(2014). 초등학생의 과학, 공학, 기술에 대한 인식 및 과학자, 공학자, 기술자에 대한 이미지 조사. 한국과학교육학회, 34(8), 719-730.

23. 조석희(2001). 간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구 (1). 한국교육개발원 연구보고서, CR2001-33.
24. 조석희(2013). 창의적 문제해결력 구성 요소간의 역동적 상호작용에 관한 연구 분석. 사고개발, 9(2), 47-69.
25. 최예경 외(2015). 첨단기술을 활용한 STEAM 프로그램 개발 및 수업적용. 현장과학교육, 9(2), 101-112.
26. 한국과학창의재단(2012). STEAM 교육.
27. 한국과학창의재단(2017). STEAM 프로그램 활용 가이드북.
28. 한국교육과정평가원(2019). OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2018 결과보고서. RRE 2019-11.
29. 한영숙 외(2007). 학습기술과 학습동기 및 자기효능감과 학업성취간의 관계. 한국심리학회지, 4(2), 153-172.
30. 한혜진(2002). 자기주장 훈련이 초등학생의 자기효능감 향상에 미치는 효과. 서울교육대학교 석사학위논문.
31. 홍광표·조준오(2015). 융합인재교육(STEAM)이 초등학생 고학년의 과학적 태도 및 창의적 문제해결력에 미치는 영향. 한국교육문제연구, 33(1), 77-99.
32. 황성진(2015). 앱인벤터의 활용이 초등정보영재의 창의적 문제해결력과 학습 몰입에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.



**최진수 (Choi, Jinsu)**

2015년: 한국교원대학교대학원 석사(화학교육 전공)  
 2015년~현재: 한국과학기술원 과학영재교육연구원  
 관심분야: 과학교육, STEAM교육  
 E-mail: janesu@kaist.ac.kr



**김영민 (Kim, Youngmin)**

2017년: 충남대학교대학원 교육학 박사(공학교육 전공)  
 2013년~현재: 한국과학기술원 과학영재교육연구원  
 관심분야: K-12 공학교육, 기술교육, STEM/STEAM  
 E-mail: entedu@kaist.ac.kr



**이영주 (Lee, Youngju)**

2003년: 테네시 주립대학교 학교심리 박사 졸업  
 2008년~현재: 한국과학기술원 과학영재교육연구원  
 관심분야: STEAM 교육, 교사전문성신장  
 E-mail: young4745@gmail.com